

## **Un procédé éco-efficace pour le recyclage des métaux critiques**

### **issus des batteries lithium-ion**

***Adrien FOROT,<sup>a</sup> Julien LECLAIRE,<sup>a</sup> Laurent Cassayre,<sup>b</sup>***

*<sup>a</sup>Université Claude Bernard Lyon1, ICBMS, Lyon, France*

*<sup>b</sup>Université Paul Sabatier III, LGC, Toulouse, France*

*adrien.forot@etu.univ-lyon1.fr*

Dans un contexte de transition énergétique, les technologies de captage, d'utilisation et de stockage du carbone (CCUS), couplées à l'électrification massive des transports et de l'industrie, jouent un rôle clé dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.<sup>1</sup> Parallèlement, l'essor des batteries lithium-ion, notamment dans les véhicules électriques, pose des défis majeurs en matière d'approvisionnement et de gestion en fin de vie des métaux critiques tels que le lithium, le nickel et le cobalt.<sup>2</sup>

Face à ces enjeux, notre groupe développe un procédé innovant de recyclage de ces métaux, en alternative aux méthodes hydrométallurgiques classiques, souvent génératrices de déchets.<sup>3</sup> Cette approche constitue une solution prometteuse, plus respectueuse de l'environnement, visant à récupérer efficacement les métaux stratégiques contenus dans les batteries en fin de vie.

Ce procédé repose sur l'utilisation de réactifs à faible impact environnemental dans un système dynamique amine-CO<sub>2</sub>.<sup>4</sup> L'acide formique permet l'extraction du lithium, l'éthylènediamine agit comme agent complexant, et le CO<sub>2</sub> joue un double rôle : régulateur de pH et agent précipitant par la formation de carbonates. Dans ce travail, nous nous concentrerons particulièrement sur la séparation du nickel et du cobalt, en exploitant les différences d'affinité de leurs complexes respectifs avec l'éthylènediamine, ainsi que l'ajout de cuivre, utilisé comme compétiteur, afin de permettre la précipitation sélective du nickel, puis du cobalt.

Cette méthode repose sur une multitude de réactions chimiques en milieu aqueux concentré et dépend de nombreux paramètres physico-chimiques (quantité d'éthylènediamine, pression de CO<sub>2</sub>, potentiel chimique, pH, température, etc.). Afin de simuler l'évolution de ces équilibres complexes et d'optimiser les paramètres opératoires, un modèle thermodynamique est en cours de développement.

#### **References**

1. International Energy Agency (IEA), Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) – Technology Roadmap, IEA, Paris, **2020**.
2. International Energy Agency (IEA), Global EV Outlook 2024 – Catching up with climate ambitions, IEA, Paris, **2024**.
3. J.C.-Y. Jung, P.-C. Sui, J. Zhang, Sustain. Energy Fuels **2021**, 5, 5581–5614.
4. J. Leclaire, T.A. Hatton, K.-J. Tan, A. Forot, D. Romito, M. Ducreux, Process for Electromediated Metal Stripping and Recovery, European Patent EP24305764.3, Université Claude Bernard Lyon 1, **2024**.

